

ORIGINAL ARTICLE

Identifying The Requirements and Contexts for the Application of Artificial Intelligence in the Experimental Science Curriculum: Thematic Analysis

Mohammad Reza Bidel¹ , Hossein Momeni Mahmoudi^{2*} , Ali Akbar Ajam³ 

1. PhD Student in Curriculum Studies, Department of Educational Sciences, Torbat Heydariyeh Branch, Islamic Azad University, Torbat Heydariyeh, Iran

2. Associate Professor of Educational Sciences, Torbat Heydariyeh Branch, Islamic Azad University, Torbat Heydariyeh, Iran.

3. Associate Professor of Educational Sciences, Torbat Heydariyeh Branch, Islamic Azad University, Torbat Heydariyeh, Iran.

Correspondence:

Hossein Momeni Mahmoudi

Email:

momeni.mahmouei@yahoo.com

Receive Date: 14/Mar/2025

Revise Date: 03/Agu/2025

Accept Date: 15/Sep/2025

Publish Date: 23/ Sep /2025

How to cite:

Bidel, M.R. Momeni Mahmoudi, H & Ajam, A.A. (2025). Identifying The Requirements and Contexts for the Application of Artificial Intelligence in the Experimental Science Curriculum: Thematic Analysis, Technology and Scholarship in Education. 5 (3), 109-126.

ABSTRACT

This study purposed to identify the requirements and contexts for integrating artificial intelligence (AI) into the science curriculum of lower secondary schools. The research employed a qualitative approach with an exploratory design. Participants consisted of 16 science teachers from lower secondary schools, selected purposefully based on criteria such as a minimum of eight years of teaching experience and familiarity with modern educational technologies. Data were collected through semi-structured individual interviews and analyzed using thematic analysis through coding and the identification of basic, organizing, and global themes. The results revealed four main categories: managerial-supervisory requirements (organizational support and supervision, continuous teacher evaluation, and inter-institutional collaboration); pedagogical-specialized requirements (developing teachers' digital literacy, redesigning content, and fostering scientific and critical thinking); infrastructural-technological requirements (equipping schools, designing intelligent teaching assistants, and establishing cloud-based platforms); and cultural-social contexts (parental support, positive attitudes toward technology, and culture-building). The findings highlight that the effective implementation of AI in science education requires an integrated approach that combines managerial, pedagogical, infrastructural, and cultural measures to enhance the quality of teaching and learning.

KEYWORDS

Artificial Intelligence, Curriculum, Experimental Sciences, Requirements and Contexts.



«مقاله پژوهشی»

شناسایی الزامات و بسترهای کاربرد هوش مصنوعی در برنامه درسی علوم تجربی: تحلیل مضمون

محمدرضا بیدل^۱، حسین مؤمنی مهموئی^{۲*}، علی اکبر عجم^۳

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی الزامات و بسترهای استفاده از هوش مصنوعی در برنامه درسی علوم تجربی دوره اول متوسطه انجام شد. این مطالعه با رویکرد کیفی و روش اکتشافی انجام گردید. مشارکت کنندگان شامل ۱۶ دبیر علوم تجربی دوره اول متوسطه بودند که به صورت هدفمند و بر اساس ملاک‌هایی مانند حداقل ۸ سال سابقه تدریس و آشنایی با فناوری‌های نوین آموزشی انتخاب شدند. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته گردآوری و با روش تحلیل مضمون کدگذاری و تحلیل گردید. نتایج پژوهش چهار محور اصلی را نشان داد: الزامات مدیریتی-نظارتی (حمایت و نظارت سازمانی، ارزیابی مستمر و همکاری بین نهادی)، الزامات تخصصی-پداگوژیک (توسعه سواد دیجیتال معلمان، بازطراحی محتوا، و آموزش تفکر علمی و انتقادی)، الزامات زیرساختی-فناورانه (تجهیز مدارس، دستیارهای هوشمند و شبکه‌های ابری) و بسترهای فرهنگی-اجتماعی (نقش خانواده، نگرش مثبت به فناوری و فرهنگ سازی). یافته‌ها نشان داد پیاده‌سازی موفق هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی نیازمند ترکیب اقدامات مدیریتی، پداگوژیک، زیرساختی و فرهنگی است تا بتواند کیفیت فرایند یاددهی-یادگیری را ارتقا دهد.

واژه‌های کلیدی

هوش مصنوعی، برنامه درسی، علوم تجربی، الزامات و بسترها.

۱. دانشجوی دکتری مطالعات برنامه درسی، گروه علوم تربیتی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.
۲. دانشیار گروه علوم تربیتی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران
۳. دانشیار گروه علوم تربیتی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران

نویسنده مسئول:

حسین مؤمنی مهموئی

رایانامه:

momeni.mahmouei@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

استناد به این مقاله:

بیدل، محمدرضا؛ مؤمنی مهموئی، حسین و عجم، علی اکبر. (۱۴۰۱). شناسایی الزامات و بسترهای کاربرد هوش مصنوعی در برنامه درسی علوم تجربی: تحلیل مضمون، فصلنامه علمی فناوری و دانش پژوهی در تعلیم و تربیت، ۲ (۳)، ۱۲۶-۱۰۹.

مقدمه

مسائل مطرح شده، راهحلی هوشمندانه ارائه کنند (نساجیان، ۱۴۰۲).

هوش مصنوعی در بسیاری از صنایع و علوم، کاربرد دارد، این فناوری به علت امکان درک کردن، استدلال و همچنین یادگیری، به یکی از هیجان انگیزترین مباحث دنیای علم و تکنولوژی تبدیل شده است (کلارک، ۲۰۲۰)، این فناوری از خانه های هوشمند گرفته تا پت بات ها و دستگاه های پزشکی، توانسته به همه جنبه های زندگی ورود پیدا کند و طیف وسیعی از موضوعات را در برمی گیرد و اغلب با داده های بزرگ و تجزیه و تحلیل این داده ها مرتبط است (پروانه و میرباقری، ۱۴۰۲). در چند سال اخیر نقش هوش مصنوعی در جنبه های مختلف زندگی بشر پررنگ شده است و تقریباً بر روی تمامی عرصه ها از جمله زندگی روزمره، بازی و سرگرمی، علم و هنر، و همچنین حوزه سلامت، پزشکی و آموزش تأثیرات وسیعی گذاشته است (هوانگ و کئو، ۲۰۲۴). از جمله کاربردهای گسترده هوش مصنوعی، عرصه آموزش و یادگیری است، در این زمینه، هوش مصنوعی می تواند تحولی عظیم ایجاد کند. با استفاده از سیستم های آموزشی تطبیقی مبتنی بر هوش مصنوعی، می توان تجربه یادگیری را برای هر دانش آموز به صورت شخصی سازی شده ارائه داد (امانی و همکاران، ۱۴۰۳؛ هوملس و همکاران، ۲۰۱۹). این سیستم ها می توانند عملکرد دانش آموزان را تجزیه و تحلیل کرده و نقاط قوت و ضعف آن ها را شناسایی کنند، همچنین هوش مصنوعی می تواند به معلمان در ارائه بازخوردهای به موقع و دقیق کمک کند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). به طور کلی این فناوری، در چند سال اخیر، شاهد پیشرفت های خارق العاده ای در عرصه آموزش بوده است، به گونه ای که می توان گفت، تکنولوژی های متاورس و به ویژه هوش مصنوعی از جنبه ارتباط اطلاعات، اطمینان به داده ها، راحتی در تعامل، وضوح دانش، نیز هوشمندی در آموزش و ارتباط روانی بخش های مختلف به روند یادگیری را در فضای کلاسی قدرت بخشیده اند. علاوه بر آنکه تأثیرات کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، با معلمان آنلاین و سنجش وضعیت تحصیلی به صورت هوشمند، محقق شده است؛ این فناوری تحولات شگفت انگیزی در بخش آموزش ایجاد کرده است که هم برای دانش آموزان و هم برای مدارس و مؤسسات آموزشی مفید

هوش مصنوعی سریع ترین فناوری در حال رشد در جهان است و از ظرفیت عظیمی برای بازنویسی قوانین کل صنایع، ایجاد رشد اقتصادی قابل توجه و متحول کردن تمام زمینه های زندگی برخوردار است (پروانه و میرباقری، ۱۴۰۲). هوش مصنوعی به عنوان یکی از تکنولوژی های پیشرفته در دنیای امروز، نقش بسیار مهمی در تحولات علمی و صنعتی ایفا می کند (تاجفر و پناهی، ۱۴۰۴). اهمیت هوش مصنوعی نه تنها به علت توانایی آن در پردازش و تحلیل داده های بزرگ و پیچیده است، بلکه به دلیل قابلیت آن در ارتقا بهره وری و نوآوری در زمینه های مختلف نیز می باشد (خطیب زنجانی و کریمی، ۱۴۰۳؛ راسل و نورینگ، ۲۰۲۱). متخصصان پیش بینی می کنند که هوش مصنوعی موتور محرک اصلی انقلاب صنعتی چهارم خواهد بود (قوثرشی، ۲۰۲۳).

واژه هوش مصنوعی برای اولین بار در سال ۱۹۵۶ توسط آقای جان ماکارتی، دانشمند آمریکایی در کنفرانس دارتموث بیان شد (راسل و نورینگ، ۲۰۱۰). همین امر، موجی از پژوهش ها در خصوص این پدیده را به همراه آورد. به طوری که سالیان ۱۹۵۶ تا ۱۹۷۴ را سال های طلایی هوش مصنوعی به شمار آوردند. اصطلاح هوش، به عنوان توانایی و قابلیت در حل مسئله تعریف می شود و مصنوعی به معنای هرگونه روش نظام مند انسانی است که بتواند هدف های حل مسئله را محقق نماید. اگرچه هوش مصنوعی اصطلاحی کلی است که به مجموعه ای از روش های تحلیلی مختلف اشاره دارد، اما این روش ها را می توان در زیرمجموعه یادگیری ماشینی، شبکه های عصبی و یادگیری عمیق طبقه بندی کرد (آگاروال، ۲۰۱۸). همچنین هوش مصنوعی به عنوان شاخه ای از علم معرفی شده است که سعی می کند روش هایی را که انسان برای حل مسائل خود از آن ها بهره می گیرد، شبیه سازی کند. در واقع، متخصصان هوش مصنوعی سعی می کنند به ماشین یاد بدهند مثل انسان عمل کند (رستمی نژاد، زارعی و مزینی، ۱۳۹۵). این حوزه تأثیر غیرقابل انکاری بر سایر فناوری ها نیز داشته است، زیرا علاوه بر آن که تلاش می کند، موجودات هوشمند را درک کند، قصد طراحی و ساخت موجودات هوشمند را نیز دارد. به طور ویژه هدف هوش مصنوعی، ساخت ماشین و ربات های کامپیوتری است که قادر باشند وظایف تعیین شده را مشابه انسان انجام دهند یا برای

آموزش، کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت آموزش (بیات، ۱۴۰۲) را در بردارد. همان‌گونه که مشخص است، اکثر پژوهش‌های صورت گرفته متمرکز بر مفهوم‌شناسی، ابعاد، کاربردها و آینده‌پژوهی هوش مصنوعی در آموزش بوده است که غالب این پژوهش‌ها در زیست‌بوم کشورهای توسعه‌یافته جهان رخ داده است. همچنین چالش‌ها و الزامات این حوزه در نظام تعلیم و تربیت کمتر موردتوجه دست اندرکاران قرار گرفته است. ازاین‌رو این پژوهش با تأکید بر استفاده‌های هوش مصنوعی در حوزه علوم تجربی به‌دنبال بررسی الزامات و بسترهای پیاده‌سازی و بهره‌گیری حداکثری از این فناوری است. نتایج این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران، مدیران و معلمان در حوزه آموزش علوم تجربی کمک کند تا این الزامات را دریافته و در نتیجه برای تحقق آن برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند.

روش

پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و روش اکتشافی انجام شده است. در پژوهش‌های کیفی اکتشافی، هدف اصلی کشف و شناسایی ابعاد، مقوله‌ها و الگوهای یک پدیده نسبتاً ناشناخته یا کمتر مطالعه‌شده است و پژوهشگر تلاش می‌کند با گردآوری داده‌های عمیق از طریق ابزارهایی مانند مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، به تبیین و درک عمیق آن پدیده برسد (کرسول و پاوت^۱، ۲۰۱۸). جامعه مورد مطالعه این پژوهش دبیران متخصص علوم تجربی در زمینه فناوری‌های نوین آموزشی بودند. ازآنجا که هدف محققین در انتخاب مشارکت‌کنندگان، دست یافتن به نمونه‌های دارای بیشترین زمینه اطلاعاتی در مورد موضوع پژوهش بود مشارکت‌کنندگان در پژوهش از طریق نمونه‌گیری هدفمند موارد مطلوب با توجه به ملاک‌های بیان‌شده انتخاب شدند و فرآیند جمع‌آوری اطلاعات تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. مشارکت‌کنندگان در پژوهش شامل ۱۶ نفر از دبیران علوم تجربی دوره متوسطه نظام آموزشی ایران بودند معیارهای انتخاب آنان شامل: الف) سابقه حداقل ده سال تدریس علوم تجربی، ب) دارا بودن مدرک دانشگاهی مرتبط با فناوری‌های آموزشی و زمینه‌های مرتبط مانند: تکنولوژی آموزشی، برنامه‌ریزی درسی، مدیریت آموزشی ج) مشارکت فعال در دوره‌ها و کارگاه‌های

واقع شده است (ادن و همکاران، ۲۰۲۴). بررسی مفاهیم و کاربردهای هوش مصنوعی، بیانگر قابلیت استفاده آن در بخش‌های مختلف و برنامه‌های درسی و آموزشی گوناگون است، بااین‌حال ازجمله حوزه‌هایی که در آموزش کمتر به جنبه‌های تخصصی آن توجه صورت گرفته است و می‌تواند با استفاده از هوش مصنوعی به اهداف درسی نزدیک‌تر شود، برنامه درسی علوم تجربی است (فرهمندیان، ۱۴۰۲؛ کوپر، ۲۰۲۳؛ پارک و همکاران، ۲۰۲۳).

برنامه درسی علوم تجربی ازجمله برنامه‌های درسی است که با توجه به ماهیت مسئله‌محور بودن و تجربی بودن آن می‌توان استفاده زیادی از هوش مصنوعی در آن داشت (پارک و کاو، ۲۰۲۴). آموزش علوم تجربی به‌عنوان یکی از حوزه‌های پرکاربرد و مفهومی می‌تواند بهره فراوانی از این حیطة ببرد به‌شکلی که می‌توان ادعا کرد تمام الگوهای هوش مصنوعی در حوزه آموزش علوم تجربی قابل کاربست است (فرهمندیان، ۱۴۰۲). در این زمینه، از طریق شبیه‌سازی‌های تعاملی و آزمایشگاه‌های مجازی مبتنی بر هوش مصنوعی، دانش‌آموزان می‌توانند مفاهیم پیچیده علمی را به‌صورت تجربی و واقعی‌تر درک کنند (دی جانگ و همکاران، ۲۰۲۱). ابزارهای کمکی هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی از امکانات متنوعی برخوردار است که شامل سیستم‌های شخصی‌سازی یادگیری، آزمایش‌های مجازی، سامانه‌های توصیه‌گر، توسعه‌دهنده‌های مفهومی، سامانه‌های پرسش و پاسخ هوشمند، ارزیابی و بازخورد هوشمند و پیش‌بینی پیشرفت است و می‌تواند در آموزش حوزه علوم تجربی به آن توجه داشت (مرادی و بیرانوندی، ۱۴۰۳؛ فرهمندیان، ۱۴۰۲).

مرور پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش نشان‌دهنده آن است که عناصر و مزیت‌هایی همچون توانایی شخصی‌سازی یادگیری، تحلیل داده‌های پیچیده و تعامل آموزشگر-یادگیرنده (میراشرافی، ۱۴۰۲)، تدریس خصوصی، نمره دهی، طراحی مفاد درسی و بازخورد برای یادگیرندگان (شهامت‌ی نژاد، ۱۴۰۲)، استفاده از مسیر بالقوه سیستم‌های گفت‌وگوی انسان و ماشین برای بهبود فرایندهای تدریس (محمدی و همکاران، ۱۴۰۲)، تسریع روند کارهای اداری، امکان ارائه آموزش سازگار، شخصی‌سازی (مهر پارسا، ۱۳۹۹)، بهبود کیفیت

همزمان با جمع‌آوری داده‌ها و با استفاده از نرم‌افزار اطلس تی ای ورژن ۹ انجام گرفت. رویکرد تحلیل مضمون در این پژوهش، رویکرد شبکه مضامین بوده است.

بر اساس این رویکرد، در روندی مشخص، سطح قضایای پدیده را از متن بیرون استخراج می‌شود (مضامین پایه)؛ سپس با دسته‌بندی این مضامین پایه‌ای و تلخیص آن‌ها به اصول مجردتر و انتزاعی‌تر دست پیدا می‌کند (مضامین سازمان‌دهنده)؛ در قدم سوم این مضامین عالی در قالب استعاره‌های اساسی گنجانده شده و به‌صورت مضامین حاکم بر کل متن درمی‌آیند (مضامین فراگیر)؛ سپس این مضامین به‌صورت نقشه‌های شبکه تارنما، رسم و مضامین برجسته هر یک از این سه سطح همراه با روابط میان آن‌ها نشان داده می‌شود. برخلاف روش قالب مضامین، شبکه‌های مضامین به‌صورت گرافیکی و شبیه تارنما نشان داده می‌شوند تا تصور وجود هرگونه سلسله‌مراتب در میان آن‌ها از بین برود، باعث شناوری مضامین شود و بر وابستگی و ارتباط متقابل میان شبکه تأکید شود. در این نوع تحلیل، سعی بر این است که از مضامین پایه‌ای که آشکار و مصرح هستند به‌سوی مضامین انتزاعی‌تر و کلی‌تر حرکت شود تا به مضمون (یا مضامین) اصلی متن دست پیدا کنیم (استرلینگ^۱، ۲۰۰۱). همچنین چهار معیار «قابلیت اعتبار، قابلیت انتقال، قابلیت اتکا و قابلیت تأیید» را به‌منظور ارزیابی دقت علمی پژوهش کیفی مدنظر قرار گرفت. در زمینه‌ی قابلیت اعتبار، از روش کنترل اعضا شرکت‌کننده استفاده شد. در زمینه‌ی قابلیت انتقال، یافته‌ها در اختیار متخصصین قرار داده شد. در زمینه‌ی قابلیت اتکا (قابلیت اطمینان)، از روش توافق بین کدگذاران استفاده شد و در زمینه‌ی قابلیت تأیید مرور و بازخورد هم‌تایان به کار برده شد. در زمینه پایایی نیز از معیارهایی ازجمله سازمان‌دهی فرایندهای ساخت یافته برای ثبت، نوشتن و تفسیر داده‌ها و استفاده از کمیته‌ی راهنما برای ارزیابی و اجرای برنامه‌ی مصاحبه و اجماع کمیته در مورد برنامه‌های اجراشده، استفاده شد.

می‌توان در چهار محور سازمان‌دهی نمود که در ادامه محورها و مضامین مرتبط تشریح شده‌است.

۱. الزامات مدیریتی- نظارتی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

برای اجرای مؤثر آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی، الزامات مدیریتی-نظارتی با مضامین سازمان‌دهنده، پشتیبانی از

فناوری‌های نوین آموزشی و تجربه استفاده از ابزارهای فناورانه در کلاس، (د) عضویت در گروه‌های آموزشی یا فعالیت در طراحی محتوای الکترونیکی، و (ه) تمایل و توانایی بیان تجربیات حرفه‌ای خود بود. این ویژگی‌ها سبب شد افراد منتخب علاوه بر تجربه عملی، دیدگاه تخصصی در حوزه پیوند آموزش علوم و فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی داشته باشند. به‌منظور رعایت اخلاق پژوهش، پیش از آغاز کار، اهداف و مراحل اجرای مطالعه به‌طور کامل برای مشارکت‌کنندگان توضیح داده شد و پس از دریافت رضایت آگاهانه از آنان، مصاحبه‌ها انجام گردید. به مشارکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات ارائه‌شده صرفاً برای اهداف پژوهشی استفاده خواهد شد و نام و مشخصات آنان محرمانه باقی می‌ماند. در تمامی مراحل تحلیل و گزارش یافته‌ها، کدگذاری و استفاده از نام مستعار به‌جای نام واقعی رعایت گردید. مشارکت‌کنندگان حق داشتند در هر مرحله از پژوهش انصراف دهند.

ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق، مصاحبه نیمه ساختاریافته می‌باشد. مصاحبه‌ها در محیطی آرام و بدون حضور سایر افراد (عمدتاً در اتاق گروه‌های آموزشی یا دفتر مدرسه) برگزار شد و هر جلسه بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به طول انجامید. با اجازه مشارکت‌کنندگان، مصاحبه‌ها با استفاده از دستگاه ضبط‌صوت ثبت شد و همزمان یادداشت‌های میدانی نیز توسط پژوهشگر برداشته شد تا نکات غیرکلامی و مشاهدات تکمیلی ثبت گردد. پس از پایان هر مصاحبه، فایل صوتی پیاده‌سازی و برای تحلیل آماده شد. نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و به‌تدریج ادامه یافت؛ به این صورت که پس از تحلیل اولیه مصاحبه‌های انجام‌شده، افرادی که تجربه و آشنایی بیشتری با موضوع داشتند معرفی شدند و با آنان نیز مصاحبه صورت گرفت. این روند تا رسیدن به اشباع داده‌ها ادامه یافت. فرایند تحلیل داده‌های حاصل از متن مصاحبه‌ها نیز با توجه به اهمیت آن به شیوه تحلیل مضمون،

یافته‌ها

برای دستیابی به اهداف پژوهش، مصاحبه‌های انجام‌شده، تحلیل و مضمون بندی شدند و نتایج پژوهش بیانگر آن بود که الزامات و بسترهای کاربرد هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی را

معلمان در استفاده از هوش مصنوعی، ارزیابی مستمر معلمان بر اساس شاخص‌های آموزش به کمک هوش مصنوعی، همکاری میان نهادهای در زمینه استفاده از هوش مصنوعی، مانیتورینگ فرایندهای مدرسه‌ای در زمینه پیاده‌سازی هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفت. در ادامه مضامین پایه و توضیحات مربوط به هر بخش ارائه شده است.

جدول ۱. الزامات مدیریتی - نظارتی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی			
ردیف	مضامین پایه	مضامین	مضامین فرا
۱-۱	ارائه بسته‌های حمایتی تدریس علوم به کمک هوش مصنوعی، تخصیص ساعات مشخص به یادگیری حرفه‌ای هوش مصنوعی در زمینه تخصصی، برگزاری جشنواره‌های تخصصی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی، تدوین برنامه‌های تشویقی برای معلمان مجری ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش	پشتیبانی حرفه‌ای از معلمان در استفاده از هوش مصنوعی	الزامات مدیریتی - نظارتی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی ابتدایی
۲-۱	بررسی میزان آشنایی معلمان با ابزارها و نرم‌افزارهای هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی، توانایی معلمان در استفاده از پلتفرم‌های یادگیری دیجیتال و سامانه‌های مدیریت یادگیری، تسلط بر روش‌های ترکیب فناوری‌های هوش مصنوعی با تدریس علوم تجربی، میزان به کارگیری ابزارهای هوشمند برای تجزیه و تحلیل داده‌های علمی در کلاس، توانایی استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی و شبیه‌سازهای علمی هوشمند، آشنایی با چت‌بات‌های آموزشی و ابزارهای مبتنی بر پردازش زبان طبیعی برای یادگیری علوم	ارزیابی مستمر معلمان بر اساس شاخص‌های آموزش به کمک هوش مصنوعی	
۳-۱	جذب حمایت نهادهای خصوصی برای تأمین تجهیزات فناوری، مشارکت با دانشگاه‌ها برای پژوهش و توسعه در حوزه هوش مصنوعی، ایجاد کارگروه‌های مشترک برای هماهنگی بهتر میان نهادها، ایجاد شبکه‌های ارتباطی و تعاملی در راستای تسهیل کاربست هوش مصنوعی، ایجاد شبکه ارتباطی معلمان علوم تجربی جهت هم‌افزایی در استفاده از هوش مصنوعی	همکاری میان نهادهای در زمینه استفاده از هوش مصنوعی	
۴-۱	بررسی میزان تعامل معلمان با دانش آموزان از طریق ابزارهای یادگیری دیجیتال، به کارگیری سیستم‌های هوشمند برای نظارت بر روند یادگیری دانش آموزان، توانایی شناسایی سبک‌های یادگیری مختلف با کمک داده‌های هوش مصنوعی، تنظیم محتوا و تکالیف بر اساس تحلیل داده‌های رفتاری دانش آموزان، استفاده از پلتفرم‌های تحلیل مشارکت و درگیری دانش آموزان در فرآیند یادگیری	مانیتورینگ فرایندهای مدرسه‌ای در زمینه پیاده‌سازی هوش مصنوعی	

۱-۱. پشتیبانی حرفه‌ای از معلمان در استفاده از هوش مصنوعی

ویدئوهای آموزشی و نمونه‌های عملی، و همچنین فراهم کردن گروه‌های پشتیبانی فنی برای رفع مشکلات احتمالی می‌شود. در همین راستا معلم (۳) بیان داشت:

"به نظر من، هوش مصنوعی نه تنها ابزاری برای ساده‌تر کردن آموزش است، بلکه افقی تازه برای یادگیری دانش آموزان ایجاد می‌کند. اگر ما معلمان آموزش ببینیم و پشتیبانی شویم، می‌توانیم از این فناوری برای شخصی‌سازی یادگیری و تقویت درک مفاهیم پیچیده استفاده کنیم. اینک فرصت فوق‌العاده برای پیشرفت در آموزش به خصوص آموزش علوم تجربی است."

۲-۱. ارزیابی مستمر معلمان بر اساس شاخص‌های آموزش به کمک هوش مصنوعی

به عقیده مشارکت‌کنندگان در پژوهش، برنامه‌های هوش مصنوعی و کاربست آن در آموزش علوم تجربی مدارس با اتکا به کارآمدی و توانمندی معلمان قابل انجام است. پشتیبانی حرفه‌ای از معلمان در استفاده از هوش مصنوعی به معنای فراهم کردن مجموعه‌ای از ابزارها، آموزش‌ها و منابع لازم برای تقویت توانایی آن‌ها در بهره‌گیری مؤثر از این فناوری است. این پشتیبانی شامل ارائه دوره‌های تخصصی برای آموزش معلمان علوم تجربی در زمینه استفاده از هوش مصنوعی در کلاس درس، برگزاری جشنواره‌های تخصصی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی، تأمین منابع آموزشی همچون راهنماها،

می‌توانند ابزارهایی بسازند که هم یادگیری را جذاب‌تر کنند و هم مسائل پیچیده را راحت‌تر حل کنند. این نوع تعامل مثل این است که هر کس یک تکه از پازل را بیاورد تا در نهایت تصویر کامل شود."

۴-۱. مانیتورینگ فرایندهای مدرسه‌ای در زمینه

پیاده‌سازی هوش مصنوعی

از دیگر مؤلفه‌های مدیریتی-نظارتی در زمینه هوش مصنوعی و کاربرست آن در آموزش علوم تجربی که مشارکت‌کنندگان در پژوهش به آن اشاره داشتند مانیتورینگ فرایندهای مدرسه‌ای در زمینه پیاده‌سازی هوش مصنوعی است. مانیتورینگ فرایندهای مدرسه‌ای در زمینه پیاده‌سازی هوش مصنوعی به معنای نظارت سیستماتیک بر تمامی مراحل اجرای این فناوری در محیط آموزشی است. این فرآیند شامل ارزیابی مستمر کارایی ابزارهای هوش مصنوعی، بررسی میزان تأثیر آن بر کیفیت آموزش و یادگیری، و تضمین انطباق فناوری با اهداف آموزشی مدرسه می‌شود. همچنین، نظارت بر امنیت داده‌ها، حریم خصوصی دانش‌آموزان و رعایت اصول اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا معلم (۱۴) بیان داشت: "وقتی از هوش مصنوعی تو دروس علوم تجربی استفاده می‌کنیم، خیلی مهمه که دائم بررسی کنیم چی خوب پیش می‌ره و چی نیاز به تغییر دارد. این طوری می‌تونیم مطمئن باشیم که بچه‌ها هم بهتر یاد می‌گیرن و هم علاقه‌شان به درس بیشتر می‌شه. همین بررسی در سطح مدرسه و مناطق و تا بالاتر باید ادامه داشته باشه."

۲. الزامات تخصصی-پداگوژیک در آموزش

علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

الزامات تخصصی-پداگوژیک در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی بر به‌کارگیری شیوه‌های تدریسی متمرکز است که بتوانند فناوری‌های نوین را به‌طور مؤثر در فرایند یادگیری ادغام کنند. در این محور، دیدگاه مشارکت‌کنندگان در زمینه توسعه سواد دیجیتال معلمان علوم تجربی، ادغام روش‌های تدریس فعال با فناوری‌های هوش مصنوعی، بازطراحی محتوا بر مبنای ماهیت تجربی علوم و ابزارهای هوش مصنوعی، آموزش تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان در مواجهه با هوش مصنوعی دسته‌بندی شده است.

بررسی و ارزیابی‌های بالینی با هدف بهبود فعالیت‌های معلمان علوم تجربی در استفاده از هوش مصنوعی، از ملزومات دستیابی به آموزش صحیح مبتنی بر هوش مصنوعی است. مقوله ارزیابی مستمر معلمان بر اساس شاخص‌های آموزش به کمک هوش مصنوعی به بررسی عملکرد معلمان در استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی برای بهبود فرآیند تدریس و یادگیری می‌پردازد. این ارزیابی شامل تحلیل میزان کارآمدی معلمان علوم تجربی در به‌کارگیری ابزارهای هوشمند برای شخصی‌سازی آموزش، افزایش تعامل دانش‌آموزان و ارتقای نتایج تحصیلی است. همچنین، این فرآیند با هدف بهینه‌سازی روش‌های تدریس و ایجاد فرصت‌های بازخورد منظم برای بهبود مستمر انجام می‌شود. در همین راستا مشارکت‌کننده (۴) بیان داشت:

"آموزش به نسل جدید در دنیایی که به سرعت در حال تحول است، نیازمند ابزارها و روش‌هایی است که با تغییرات همگام باشند. بازخورد دقیق و قابل اعتماد می‌تواند به معلمان کمک کند تا تأثیرگذاری روش‌های خود را بهتر درک کنند و در مسیر ارتقای کیفیت تدریس گام بردارند. داشتن نگاهی همه‌جانبه به عملکرد، نه تنها فرصت بهبود مداوم را فراهم می‌کند، بلکه به معلمان امکان می‌دهد نقاط قوت خود را تقویت کنند و بر چالش‌های پیش رویشان بهتر غلبه کنند. این فرآیند به نوعی یک مسیر روشن و راهبردی ایجاد می‌کند که در آن معلمان با اطمینان بیشتری می‌توانند مسیر یادگیری دانش‌آموزان را هموار کنند."

۳-۱. همکاری میان نهادهای در زمینه استفاده از

هوش مصنوعی

از جمله ابعاد مهم و مؤثر در پیاده‌سازی آموزش‌های علوم تجربی مبتنی بر هوش مصنوعی، همکاری و هماهنگی با سایر بخش‌های مرتبط در این زمینه است. همکاری میان نهادهای در زمینه استفاده از هوش مصنوعی به معنای همگرایی و مشارکت سازمان‌ها، مؤسسات آموزشی، پژوهشی و صنعتی برای بهره‌برداری بهینه از این فناوری پیشرفته است. این همکاری می‌تواند شامل تبادل دانش و تجربیات، تعریف پروژه‌های مشترک تحقیقاتی و توسعه استانداردهای مشترک باشد که استفاده از هوش مصنوعی را کارآمدتر و ایمن‌تر می‌سازد. معلم (۲) با اشاره به توانایی هم‌افزایی مدرسه با سایر نهادها بیان داشت:

"وقتی مدرسه‌ها با شرکت‌های فناوری و مراکز تحقیقاتی در زمینه تسهیل استفاده از هوش مصنوعی کنار هم کار می‌کنند،

جدول ۲. الزامات تخصصی - پداگوژیک در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

ردیف	مضامین پایه	مضامین سازمان دهنده	مضامین فراگیر
۱-۲	برگزاری کارگاه‌های تخصصی درباره کاربردهای هوش مصنوعی در تدریس علوم، ارائه دوره‌های ضمن خدمت برای معلمان با تمرکز بر فناوری‌های هوشمند، دسترسی معلمان به منابع علمی و آموزشی درباره هوش مصنوعی، آشنایی معلمان با نرم‌افزارهای هوش مصنوعی در آموزش علوم، تربیت مربیان متخصص برای آموزش معلمان در حوزه فناوری‌های هوشمند	توسعه سواد دیجیتال معلمان علوم تجربی	
۲-۲	طراحی کلاس‌های درس مبتنی بر یادگیری اکتشافی با کمک هوش مصنوعی، استفاده از مدل‌سازی رایانه‌ای برای توضیح مفاهیم علمی علوم تجربی، ایجاد فعالیت‌های یادگیری تعاملی با استفاده از شبیه‌سازهای هوشمند، ادغام بازی‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی در تدریس علوم، استفاده از چت‌بات‌های آموزشی برای پاسخ‌گویی به سؤالات دانش‌آموزان، به‌کارگیری یادگیری شخصی‌سازی شده بر اساس تحلیل داده‌های یادگیری دانش‌آموزان، استفاده از واقعیت افزوده و مجازی در آزمایشگاه‌های علوم، ایجاد سناریوهای حل مسئله بر پایه داده‌های هوش مصنوعی	ادغام روش‌های تدریس فعال با فناوری‌های هوش مصنوعی	
۳-۲	طراحی فعالیت‌های آزمایشگاهی با استفاده از واقعیت افزوده و واقعیت مجازی، ارائه سناریوهای علمی تعاملی در زمینه آزمایش‌های درس علوم تجربی، ایجاد پلتفرم‌های یادگیری مبتنی بر بازی (Gamification) برای تقویت مهارت‌های تحقیقاتی دانش‌آموزان، تلفیق روش یادگیری مبتنی بر پروژه (PBL) با ابزارهای تحلیل داده‌های علمی، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای مدل‌سازی و پیش‌بینی نتایج آزمایش‌های علمی، توسعه نرم‌افزارهای هوشمند برای شبیه‌سازی پدیده‌های علمی پیچیده، امکان اجرای آزمایش‌های از راه دور در آزمایشگاه‌های مجازی با هدایت هوش مصنوعی	بازطراحی محتوا بر مبنای ماهیت تجربی علوم و ابزارهای هوش مصنوعی	
۴-۲	تشویق دانش‌آموزان به بررسی دقت و محدودیت‌های ابزارهای هوش مصنوعی، تحلیل داده‌های علمی با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای کشف الگوها، ایجاد پرسش‌های باز برای تقویت استدلال علمی در مواجهه با خروجی‌های هوش مصنوعی، مقایسه نتایج حاصل از هوش مصنوعی با نتایج حاصل از روش‌های سنتی در یافته‌های درس علوم تجربی	آموزش تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان در مواجهه با هوش مصنوعی	

الزامات تخصصی - پداگوژیک در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

۱-۲. توسعه سواد دیجیتال معلمان علوم تجربی

به عقیده مشارکت‌کنندگان در پژوهش، بخش عمده‌ای از کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی با توسعه حرفه‌ای معلمان و دبیران قابل پیاده‌سازی است. این الزامات شامل تقویت مهارت‌های معلمان در استفاده از روش‌های مبتنی بر یادگیری فعال، دسترسی معلمان به منابع علمی و آموزشی درباره هوش مصنوعی، آشنایی معلمان با نرم‌افزارهای هوش مصنوعی در آموزش علوم، ارائه بازخورد شخصی‌سازی شده، و تشویق دانش‌آموزان به تفکر انتقادی و حل مسئله نیز می‌شود. هدف اصلی این است که آموزش علوم تجربی هم‌زمان با حفظ استانداردهای علمی، خلاقانه‌تر و دانش‌آموز محورتر شود. در همین راستا معلم (۱۳) بیان داشت:

"آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی نیازمند درک عمیق مفاهیم آموزشی و فناوری است. معلم باید همچون پلی عمل کند که علم و فناوری را با خلاقیت و علاقه‌مندی دانش‌آموزان پیوند دهد، به‌گونه‌ای که یادگیری تبدیل به تجربه‌ای جذاب و معنادار شود."

۲-۲. ادغام روش‌های تدریس فعال با فناوری‌های هوش مصنوعی

از دیگر مقوله‌های مؤثر در زمینه آموزشی، تلفیق روش‌های تدریس با هوش مصنوعی است که زمینه کاربرد آن در آموخته‌های دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد. در روش‌های تدریس فعال، دانش‌آموزان به‌جای یادگیری منفعلانه، به‌طور عملی در فرآیند یادگیری مشارکت می‌کنند و هوش مصنوعی

را از حالت تئوری صرف خارج کرد و به دانش‌آموزان فرصت داد تا با استفاده از ابزارهای نوین، مفاهیم علمی را عمیق‌تر درک کنند و تجربه‌ای ملموس و جذاب داشته باشند. بنابراین نیازه که گاه‌ها از مواردی مثل شبیه‌سازها و سایر ابزارها به‌عنوان محتوا استفاده مؤثر صورت بگیرد.

۲-۴. آموزش تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان در مواجهه با هوش مصنوعی

از دیگر مؤلفه‌های پداگوژیک- آموزشی که مشارکت‌کنندگان در پژوهش به آن اشاره داشتند آموزش تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان در مواجهه با هوش مصنوعی است. آموزش تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان در مواجهه با هوش مصنوعی به معنای تجهیز آن‌ها با مهارت‌هایی است که بتوانند فناوری‌های هوشمند را به‌درستی تحلیل و ارزیابی کنند. این نوع آموزش بر پایه تقویت مهارت‌هایی مانند پرسشگری، بررسی شواهد، تحلیل داده‌ها و ارزیابی اعتبار اطلاعات متمرکز است. دانش‌آموزان یاد می‌گیرند که با دیدی علمی به هوش مصنوعی و کاربردهای آن نگاه کنند، از قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن آگاه شوند و درک کنند که این فناوری چگونه می‌تواند در حل مشکلات پیچیده نقش ایفا کند. در همین راستا معلم (۵) بیان داشت:

"در مواجهه با فناوری‌های هوشمند، یادگیری تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا به‌جای پذیرش ساده لوحانه اطلاعات، بتوانند با رویکردی تحلیل‌گرانه و آگاهانه به بررسی و ارزیابی این فناوری‌ها بپردازند و از آن‌ها به‌شکلی مسئولانه بهره بگیرند."

۳. الزامات زیرساختی- فناوریانه در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

الزامات زیرساختی- فناوریانه در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی شامل ایجاد بستری مناسب برای بهره‌گیری از این فناوری پیشرفته در محیط‌های آموزشی است. در این کد اصلی، دیدگاه مشارکت‌کنندگان در مضامین سازمان‌دهنده دسترسی به نرم افزارهای تخصصی مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی، بهبود زیرساخت‌های سخت‌افزاری مدارس، طراحی دستیارهای هوشمند آموزشی در زمینه علوم تجربی، ایجاد شبکه‌های تعاملی ابری در زمینه ذخیره و کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی دسته‌بندی شده است.

می‌تواند با ارائه بازخورد بلادرنگ، شخصی‌سازی مسیر یادگیری و تسهیل حل مسائل پیچیده، این فرآیند را تقویت کند. این ترکیب از فناوری و پداگوژی، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مهارت‌های تفکر انتقادی، همکاری و خلاقیت خود را به‌شکلی مؤثرتر پرورش دهند. توجه به شاخص‌های مدیران نیز در راستای همین اصل یکی از اهداف و ابعاد مهم برنامه‌های جانشین‌پروری است. به عقیده مشارکت‌کنندگان در پژوهش، طراحی کلاس‌های درس مبتنی بر یادگیری اکتشافی با کمک هوش مصنوعی، استفاده از مدل‌سازی رایانه‌ای برای توضیح مفاهیم علمی علوم تجربی، ایجاد فعالیت‌های یادگیری تعاملی با استفاده از شبیه‌سازهای هوشمند، ادغام بازی‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی در تدریس علوم، استفاده از چت‌بات‌های آموزشی برای پاسخ‌گویی به سؤالات دانش‌آموزان، به‌کارگیری یادگیری شخصی‌سازی‌شده بر اساس تحلیل داده‌های یادگیری دانش‌آموزان از جمله مؤلفه‌های مؤثر در این زمینه است. در همین راستا معلم (۱۰) بیان داشت:

"زمانی که ابزارهای نوین با روش‌های یادگیری علوم تجربی پیوند می‌خورند، می‌توان تجربه‌ای ساخت که نه تنها جذاب و مؤثر باشد، بلکه به پرورش تفکر عمیق و مهارت‌های عملی نیز کمک کند. در این مسیر، استفاده هدفمند از فناوری به‌شکل خلاقانه می‌تواند چشم‌انداز جدیدی در آموزش ایجاد کند که دانش‌آموزان را به یادگیری فعال‌تر وادارد."

۲-۳. بازطراحی محتوا بر مبنای ماهیت تجربی علوم و ابزارهای هوش مصنوعی

از جمله ابعاد مهم و مؤثر در پیاده‌سازی هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی توجه به محتوا و بازطراحی آن است. بازطراحی محتوا بر اساس ماهیت تجربی علوم و ابزارهای هوش مصنوعی به معنای تطبیق و تغییر رویکرد سنتی آموزش به روشی مدرن و تعاملی است که هم با طبیعت آزمایش‌محور علوم سازگار باشد و هم از ظرفیت‌های فناوری هوش مصنوعی بهره بگیرد. این تغییر شامل طراحی فعالیت‌های عملی است که دانش‌آموزان را در فرایند کشف و یادگیری فعالانه درگیر کند. معلم (۲) با اشاره به استفاده از ظرفیت‌های نوظهور یادگیری بیان داشت:

"برای ایجاد یادگیری مؤثر در علوم تجربی، محتوای آموزشی باید طوری طراحی شود که دانش‌آموزان با تجربیات واقعی مواجه شوند. با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، می‌توان آموزش

جدول ۳. الزامات زیرساختی - فناوریانه در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

ردیف	مضامین پایه	مضامین سازمان دهنده	مضامین فراگیر
۱-۳	استفاده از سیستم‌های پیشنهاددهنده برای شخصی‌سازی فرآیند یادگیری علوم، پیاده‌سازی ابزارهای پردازش تصویر برای تجزیه و تحلیل داده‌های زیست‌شناسی، به کارگیری یادگیری ماشین در تشخیص الگوهای علمی در داده‌های آزمایشگاهی، توسعه ابزارهای هوشمند برای تحلیل نتایج آزمایش‌های دانش‌آموزان، طراحی سیستم‌های بازخورد خودکار برای رفع اشکالات مفهومی دانش‌آموزان، ارائه کتاب‌های درسی دیجیتال هوشمند با قابلیت تعامل با دانش‌آموز	دسترسی به نرم افزارهای تخصصی مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی	
۲-۳	تجهیز کلاس‌های درس به بردهای هوشمند و نمایشگرهای تعاملی، تأمین کامپیوترهای مناسب برای اجرای نرم‌افزارهای علمی مبتنی بر هوش مصنوعی، ارائه دسترسی رایگان به پلتفرم‌های یادگیری آنلاین برای مدارس، تقویت زیرساخت‌های سخت‌افزاری ملی برای پردازش داده‌های حجیم علمی، طراحی اپلیکیشن‌های موبایلی هوش مصنوعی برای یادگیری علوم تجربی، استانداردسازی زیرساخت‌های فنی برای استفاده از واقعیت افزوده در آموزش علوم	بهبود زیرساخت‌های سخت‌افزاری مدارس	
۳-۳	طراحی چت‌بات‌های هوشمند برای پاسخ‌گویی به سؤالات علمی، پردازش زبان طبیعی (NLP) برای تعامل گفتاری و متنی با دانش‌آموزان، یادگیری ماشین (ML) برای شناسایی الگوهای یادگیری و شخصی‌سازی آموزش، واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR) برای نمایش تعاملی پدیده‌های علمی، سیستم‌های توصیه‌گر (Recommendation Systems) برای پیشنهاد منابع آموزشی متناسب، هوش مصنوعی مکالمه‌ای برای پشتیبانی از مکالمات پیچیده و ارائه پاسخ‌های عمیق‌تر، داده‌کاوی آموزشی برای تحلیل عملکرد دانش‌آموزان و ارائه پیشنهادات آموزشی به معلمان	طراحی دستیارهای هوشمند آموزشی در زمینه علوم تجربی	
۴-۳	امکان ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از فعالیت‌های عملی و پژوهشی دانش‌آموزان، ایجاد سیستم‌های خودکار ارزیابی عملکرد معلمان و دانش‌آموزان بر اساس داده‌های ذخیره‌شده در فضای ابری، امکان استفاده از تحلیل کلان‌داده (Big Data) در آموزش علوم برای بررسی روندهای یادگیری در سطح کلان	ایجاد شبکه‌های تعاملی ابری در زمینه ذخیره و کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی	

الزامات اجباری - مدیریتی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی ابتدایی

۱-۳. دسترسی به نرم افزارهای تخصصی مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی

دسترسی به نرم‌افزارهای تخصصی مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی به معنای استفاده از ابزارهایی است که به معلمان و دانش‌آموزان امکان می‌دهد فرآیند یادگیری را تعاملی‌تر، دقیق‌تر و جذاب‌تر کنند. این نرم‌افزارها شامل شبیه‌سازهای علمی برای آزمایش‌های مجازی، مدل‌سازی فرایندهای پیچیده زیستی و شیمیایی، تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از آزمایش‌ها، و سیستم‌های هوشمند ارائه بازخورد شخصی‌سازی شده است. استفاده از این ابزارها به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مفاهیم انتزاعی علوم تجربی را به شکلی

ملموس‌تر درک کنند و معلمان نیز می‌توانند روش‌های تدریس خود را بهینه‌سازی کنند. در همین راستا معلم (۹) بیان داشت:

"وقتی روش‌های نوین با فرایندهای آموزش تجربی ادغام می‌شوند، فرصت برای یادگیری عمیق‌تر و هدفمندتر فراهم می‌شود. این جریان پویا به جای آن‌که تنها اطلاعات را منتقل کند، دانش‌آموزان را در مسیری قرار می‌دهد که بتوانند به کشف، تحلیل و درک دقیق‌تر بپردازند."

۲-۳. بهبود زیرساخت‌های سخت‌افزاری مدارس

بهبود زیرساخت‌های سخت‌افزاری مدارس به معنای ارتقا تجهیزات و فناوری‌هایی است که محیط آموزشی را برای یادگیری بهتر و مدرن‌تر فراهم می‌کنند. این ارتقا شامل تجهیز مدارس به کامپیوترها و لپ‌تاپ‌های جدید، تخته‌های هوشمند، پروژکتورها

از دیگر مؤلفه‌های مؤثر در زمینه فناوریانه- زیرساختی که در کاربرد هوش مصنوعی احصا گردید، ایجاد شبکه‌های تعاملی ابری در زمینه ذخیره و کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی است. ایجاد شبکه‌های تعاملی ابری در زمینه ذخیره و کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی به معنای طراحی زیرساخت‌هایی است که امکان ذخیره‌سازی، پردازش و به‌کارگیری داده‌ها و ابزارهای هوش مصنوعی را به‌صورت یکپارچه و کارآمد فراهم می‌کند. این شبکه‌ها از فناوری رایانش ابری برای ارائه خدماتی مانند ذخیره‌سازی داده‌های بزرگ، اجرای مدل‌های یادگیری ماشین و ارائه دسترسی بلادرنگ به ابزارهای هوش مصنوعی استفاده می‌کنند. با استفاده از این شبکه‌ها، سازمان‌ها و مؤسسات آموزشی می‌توانند به منابع محاسباتی پیشرفته دسترسی داشته‌باشند، هزینه‌های زیرساختی را کاهش دهند و بهره‌وری را افزایش دهند. همچنین، این شبکه‌ها امکان همکاری و اشتراک‌گذاری داده‌ها و مدل‌ها را میان کاربران مختلف فراهم می‌کنند، که به تسریع نوآوری و بهبود کارایی در استفاده از هوش مصنوعی کمک می‌کند. در همین راستا معلم (۱۵) بیان داشت:

"ادغام داده‌ها و ابزارهای پیشرفته در فضایی پویا می‌تواند تحولی در نحوه انجام و تحلیل آزمایش‌های علمی ایجاد کند. این فرایند، بستری فراهم می‌کند که در آن دانش‌آموزان بتوانند مفاهیم علمی را نه تنها بیاموزند، بلکه آن‌ها را تجربه کرده و با دقت بیشتری تحلیل کنند."

۴. بسترهای فرهنگی- اجتماعی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

بسترهای فرهنگی- اجتماعی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی شامل مجموعه‌ای از ارزش‌ها، نگرش‌ها و تعاملاتی است که بهره‌گیری مؤثر از این فناوری را در فرایند یادگیری ممکن می‌سازد. در این محور، دیدگاه مشارکت‌کنندگان در چهار مضمون سازمان‌دهنده توجه به نقش خانواده‌ها در حمایت از یادگیری علوم با هوش مصنوعی، تقویت نگرش مثبت در معلمان نسبت به فناوری‌های هوشمند، توجه به تعاملات اجتماعی در آموزش به کمک هوش مصنوعی، فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی دسته‌بندی شده است.

و دستگاه‌های آزمایشگاهی پیشرفته است. همچنین، فراهم کردن اتصال پایدار به اینترنت پرسرعت و ایجاد شبکه‌های محلی امن، از الزامات اساسی محسوب می‌شود. علاوه بر این مؤلفه‌هایی همچون تقویت زیرساخت‌های سخت‌افزاری ملی برای پردازش داده‌های حجیم علمی، طراحی اپلیکیشن‌های موبایلی هوش مصنوعی برای یادگیری علوم تجربی، استانداردسازی زیرساخت‌های فنی برای استفاده از واقعیت افزوده در آموزش علوم نیز در این راستا احصا گردید. در همین زمینه معلم (۱۱) بیان داشت:

"تقویت زیرساخت‌های آموزشی نه صرفاً سرمایه‌گذاری در تجهیزات، بلکه نگاهی ژرف‌تر به نیازهای آینده یادگیری است. در فضایی که فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی نقش مهمی دارند، زیرساخت‌های قوی بستری می‌سازند که خلاقیت، تحقیق و تجربه به بهترین نحو با هم آمیخته شوند."

۳-۳. شبکه‌سازی و گفتمان پروری حرفه‌ای مدیران

ازجمله ابعاد مهم و مؤثر در طراحی برنامه‌های جانشین پروری توجه به گفتمان سازی و شبکه‌سازی است. شبکه‌سازی باعث می‌شود بتوانیم از ظرفیت افراد مختلف، دانش و تجربه آن‌ها استفاده بهینه ببریم. توجه به شبکه‌سازی به شکلی باعث می‌شود مدیریت جمعی و استفاده از خرد جمعی در مدیریت شکل بگیرد. به عقیده مشارکت‌کنندگان ایجاد شبکه‌های ارتباطی و تعاملی درون مدرسه‌ای در راستای تشریک‌مساعی، ایجاد شبکه ارتباطی مدیران جهت هم‌افزایی، تشکیل گروه‌های تخصصی در حیطه جانشین پروری مدیران مدارس، دعوت از نهادهای مرتبط برای تبادل نظر و هم‌اندیشی در انتخاب مدیر ازجمله مؤلفه‌های اساسی و مهم در طراحی برنامه‌های جانشین پروری است. مدیر (۲) با اشاره به توانایی هم‌افزایی مدیران بیان داشت:

"جامعه مدیران در آموزش و پرورش جامعه وسیع و در عین حال دارای اندیشه‌ای است. اگر در طراحی برنامه‌ها به شبکه‌سازی و گفتمان پروری توجه به می‌توان از ظرفیت اندیشه‌ها و تعامل به این منظور استفاده کرد و هم‌اندیشی بهتری داشت که نتیجه آن طراحی برنامه جانشین پروری قوی‌تر و مبتنی بر عمل است."

۳-۴. ایجاد شبکه‌های تعاملی ابری در زمینه ذخیره و کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی

جدول ۴. بسترهای فرهنگی- اجتماعی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی

مضامین پایه	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر

۱-۴	افزایش آگاهی والدین درباره نقش هوش مصنوعی در یادگیری علوم تجربی، نظارت والدین بر استفاده صحیح از ابزارهای هوش مصنوعی در یادگیری علوم، ایجاد محیط یادگیری مناسب در خانه برای انجام آزمایش‌ها و فعالیت‌های علمی دیجیتال، حمایت عاطفی و انگیزشی برای افزایش علاقه دانش‌آموزان به علوم تجربی و فناوری	توجه به نقش خانواده‌ها در حمایت از یادگیری علوم با هوش مصنوعی
۲-۴	ارائه نمونه‌های موفق از به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش علوم برای افزایش پذیرش معلمان، رفع نگرانی‌های معلمان درباره جایگزینی فناوری با نقش انسانی در فرآیند یاددهی-یادگیری، برگزاری کارگاه‌های آموزشی و توانمندسازی معلمان در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، ترویج فرهنگ یادگیری مادام‌العمر و به‌روزرسانی مهارت‌های تدریس متناسب با پیشرفت فناوری، کاهش مقاومت معلمان از طریق مشارکت در طراحی و بومی‌سازی فناوری‌های آموزشی، ارائه بازخوردهای مثبت و نشان دادن تأثیر ملموس فناوری‌های هوشمند در بهبود یادگیری دانش‌آموزان	تقویت نگرش مثبت در معلمان نسبت به فناوری‌های هوشمند
۳-۴	طراحی بازی‌های آموزشی گروهی مبتنی بر هوش مصنوعی برای تقویت مهارت‌های اجتماعی و علمی، استفاده از دستیارهای هوشمند برای هدایت تعاملات دانش‌آموزان در فعالیت‌های آزمایشگاهی مجازی، تشویق دانش‌آموزان به انجام پروژه‌های علمی مشترک با استفاده از پلتفرم‌های هوشمند، فراهم‌سازی امکان تعامل دانش‌آموزان با دانشمندان و متخصصان علوم از طریق فناوری‌های هوش مصنوعی، بهره‌گیری از شبکه‌های اجتماعی آموزشی برای ایجاد ارتباط علمی بین دانش‌آموزان و معلمان، ایجاد تعادل بین یادگیری فردی مبتنی بر هوش مصنوعی و تعاملات اجتماعی در کلاس درس	توجه به تعاملات اجتماعی در آموزش به کمک هوش مصنوعی
۴-۴	ترویج فرهنگ نوآوری و تشویق استفاده از فناوری هوش مصنوعی، ارائه نمونه‌های موفق از به‌کارگیری هوش مصنوعی در علوم تجربی، تولید محتوای آموزشی چندرسانه‌ای مانند ویدئوها و پادکست‌ها پیرامون کاربردهای هوش مصنوعی، طراحی برنامه‌های درسی با تلفیق مفاهیم هوش مصنوعی، همکاری با متخصصان هوش مصنوعی برای افزایش دانش عمومی	فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی

۴-۱. توجه به نقش خانواده‌ها در حمایت از یادگیری علوم با هوش مصنوعی

خانواده‌ها می‌توانند نقشی محوری در حمایت از یادگیری علوم تجربی با استفاده از هوش مصنوعی داشته باشند. آن‌ها با فراهم کردن دسترسی به ابزارهای دیجیتال مرتبط با علوم تجربی، مانند شبیه‌سازهای آزمایشگاهی و نرم‌افزارهای تحلیل داده، می‌توانند تجربه یادگیری فرزندان خود را غنی‌تر کنند. همچنین، والدین می‌توانند با تشویق فرزندان به انجام فعالیت‌های عملی مرتبط با علوم تجربی، مانند آزمایش‌های کوچک در خانه یا استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی برای کشف پدیده‌های علمی، یادگیری را از حالت نظری صرف خارج کنند. مشارکت خانواده‌ها در این فرایند، نه تنها به تقویت علاقه دانش‌آموزان به علوم تجربی منجر می‌شود، بلکه آن‌ها را برای مواجهه با مسائل واقعی دنیای علمی آماده‌تر می‌کند. در همین راستا معلم (۷) بیان داشت:

"با کمک هوش مصنوعی، خانواده‌ها می‌توانند علوم تجربی رو به چیزهای بیشتر از یک درس توی کتاب تبدیل کنند. مثلاً یک آزمایش ساده با یک اپلیکیشن هوشمند می‌تونه جرقه‌ای برای کشف یک دنیای علمی جدید باشه، جایی که بچه‌ها خودشون تجربه کنند، بفهمند و از یادگیری لذت ببرند."

۴-۲. تقویت نگرش مثبت در معلمان نسبت به فناوری‌های هوشمند

نگرش و دیدگاه مثبت نسبت به به‌کارگیری هوش مصنوعی در دبیران علوم تجربی می‌تواند به پذیرش بهتر این مهم در فرایندهای آموزشی کمک نماید، در این زمینه، مؤلفه‌های ارائه نمونه‌های موفق از به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش علوم برای افزایش پذیرش معلمان، رفع نگرانی‌های معلمان درباره جایگزینی فناوری با نقش انسانی در فرآیند یاددهی-یادگیری، برگزاری کارگاه‌های آموزشی و توانمندسازی معلمان در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، ترویج فرهنگ یادگیری مادام‌العمر و

آموزشی برای ایجاد ارتباط علمی بین دانش‌آموزان و معلمان، ایجاد تعادل بین یادگیری فردی مبتنی بر هوش مصنوعی و تعاملات اجتماعی در کلاس درس احصا گردید. معلم (۱۲) بیان داشت:

"از جمله پیش‌نیازهای هوش مصنوعی، توجه به تعاملات و آوردنش در بطن ارتباطات هست. هوش مصنوعی اومده که تعاملات انسانی رو قوی‌تر کنه، نه جایگزینش بشه. مثلاً می‌شه کلاس آنلاین داشت که بچه‌ها با کمک یه ابزار هوشمند همدیگر رو پیدا کنن و تو گروه‌های جالبی کار کنن. اینجوری، یادگیری علمی هم می‌شه تجربه اجتماعی جذاب."

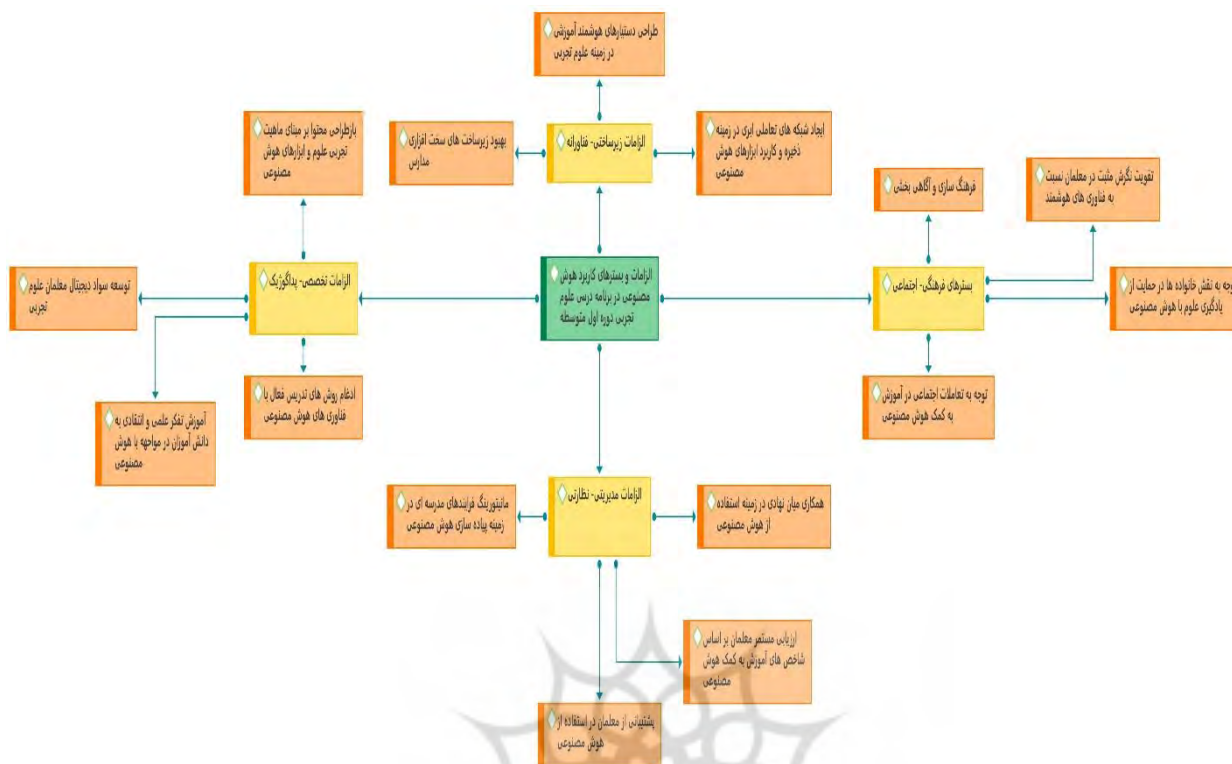
۴-۴. فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی

از دیگر مؤلفه‌های موقر آگاهی‌بخشی و فرهنگ‌سازی در زمینه استفاده هوش مصنوعی برای جامعه مخاطب است. فرهنگ‌سازی و آگاهی‌بخشی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی، به معنای ایجاد نگرش مثبت و شناخت صحیح در میان دانش‌آموزان، معلمان، خانواده‌ها و جامعه درباره نقش این فناوری در یادگیری است. این فرایند شامل معرفی هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار تقویتی برای یادگیری عمیق‌تر و عملی‌تر در علوم تجربی است و باید بر مزایا، قابلیت‌ها و محدودیت‌های این فناوری تأکید کند. در همین راستا معلم (۸) بیان داشت: فرهنگ‌سازی در استفاده از هوش مصنوعی برای آموزش علوم تجربی، فراتر از یک ضرورت فناورانه است؛ این روند، جامعه را به سوی پذیرش خلاقانه‌تر ابزارهای نوین هدایت می‌کند و یادگیری را به تجربه‌ای تعاملی و عمیق‌تر برای نسل آینده تبدیل می‌نماید. " در ادامه شبکه مضامین برخاسته از نتایج پژوهش حاضر در شکل شماره ۱ تصویر شده است.

به‌روزرسانی مهارت‌های تدریس متناسب با پیشرفت فناوری، کاهش مقاومت معلمان از طریق مشارکت در طراحی و بومی‌سازی فناوری‌های آموزشی، ارائه بازخوردهای مثبت و نشان دادن تأثیر ملموس فناوری‌های هوشمند در بهبود یادگیری دانش‌آموزان احصا گردید. در همین راستا معلم (۱۰) بیان داشت: "پذیرش هوش مصنوعی توسط معلمان، نه تنها به میزان آشنایی آن‌ها با فناوری بستگی دارد، بلکه به نگرش آن‌ها نسبت به تأثیر این ابزارها در تسهیل یادگیری علوم تجربی و ایجاد فرصت‌های نوین نیز مرتبط است. معلمانی که این فناوری را به چشم فرصتی برای ارتقای یادگیری می‌بینند، توانایی بیشتری در بهره‌گیری از پتانسیل‌های آن برای آموزش دارند."

۴-۳. توجه به تعاملات اجتماعی در آموزش به کمک هوش مصنوعی

توجه به تعاملات اجتماعی در آموزش به کمک هوش مصنوعی به معنای حفظ و تقویت ارتباطات انسانی در کنار استفاده از فناوری است. ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند فرایند یادگیری را شخصی‌سازی کنند، اما این تعاملات اجتماعی هستند که بستر ایجاد مهارت‌هایی مانند همکاری، ارتباط مؤثر و حل مسئله گروهی را فراهم می‌کنند. در این زمینه مؤلفه‌های طراحی بازی‌های آموزشی گروهی مبتنی بر هوش مصنوعی برای تقویت مهارت‌های اجتماعی و علمی، استفاده از دستیارهای هوشمند برای هدایت تعاملات دانش‌آموزان در فعالیت‌های آزمایشگاهی مجازی، تشویق دانش‌آموزان به انجام پروژه‌های علمی مشترک با استفاده از پلتفرم‌های هوشمند، فراهم‌سازی امکان تعامل دانش‌آموزان با دانشمندان و متخصصان علوم از طریق فناوری‌های هوش مصنوعی، بهره‌گیری از شبکه‌های اجتماعی



شکل ۱. شبکه مضامین الزامات و بسترهای کاربرد هوش مصنوعی در برنامه درسی علوم تجربی

نتیجه گیری و بحث

در چند سال اخیر نقش هوش مصنوعی در جنبه های مختلف زندگی بشر پررنگ شده است و تقریباً بر روی تمامی عرصه ها از جمله زندگی روزمره، بازی و سرگرمی، علم و هنر، و همچنین حوزه سلامت، پزشکی و آموزش تأثیرات وسیعی گذاشته است (هوانگ و کئو، ۲۰۲۴). در همین راستا، مباحث آموزشی و کاربردهای گسترده هوش مصنوعی در عرصه آموزش و یادگیری به عنوان حوزه ای ژرف و کارآمد در این زمینه مورد توجه قرار گرفته است. در این میان، برنامه درسی علوم تجربی از جمله برنامه های درسی است که با توجه به ماهیت مسئله محور بودن و تجربی بودن آن می تواند استفاده زیادی از هوش مصنوعی و قابلیت های گسترده آن داشته باشد. بررسی پژوهش های صورت گرفته در این زمینه، بیشتر متمرکز بر مفهوم شناسایی، ابعاد، کاربردها و آینده پژوهی هوش مصنوعی در آموزش بوده است که غالب این پژوهش ها در زیست بوم کشورهای توسعه یافته جهان رخ داده است و کمتر چالش ها و الزامات این حوزه در نظام تعلیم و تربیت مورد توجه دست اندرکاران قرار گرفته است. از این رو پژوهش حاضر، با تأکید بر استفاده های هوش مصنوعی در حوزه علوم تجربی الزامات و بسترهای پیاده سازی و بهره گیری

حداکثری از این فناوری را مورد بررسی قرار داده است که نتایج به دست آمده در ادامه تبیین می شود.

الزامات مدیریتی-نظارتی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی در پژوهش حاضر بر توان پشتیبانی و حمایت حرفه ای و همچنین نظارت و استفاده از ظرفیت های حداکثری در این زمینه تأکید دارد و برای تحقق الزامات آن نیازمند، سازمان دهی، پشتیبانی از معلمان، ارزیابی مستمر، همکاری میان نهادهای و مانیتورینگ دقیق است. یکی از معلمان با سابقه در این زمینه اشاره کرد: "اگر آموزش و پرورش فقط ابزار را به مدرسه بدهد ولی نظارتی نباشد، این ابزار خاک می خورد؛ باید یک نظام پشتیبانی دائمی باشد." این نتایج با پژوهش های پارک و همکاران (۲۰۲۳) و پارک و کاو (۲۰۲۴) همخوانی دارد، پژوهش های مذکور نیز بر اهمیت حمایت از معلمان و نظارت مستمر تأکید کرده اند. همچنین، بیات (۱۴۰۲) به ارزیابی مداوم معلمان در فرآیند آموزش به کمک هوش مصنوعی اشاره کرده است که با یافته های این پژوهش هم راستا است. با این حال، در بخشی از پژوهش های اشاره شده، تأکید بر ابعاد تکنولوژیکی هوش مصنوعی بوده است و این تفاوت ها نشان می دهد که برای پیاده سازی بهینه هوش مصنوعی در آموزش، باید یک رویکرد

کرده‌اند، که اهمیت توسعه این ابزارها را در راستای افزایش تعامل و شخصی‌سازی آموزش علوم تجربی نشان می‌دهد.

بسترهای فرهنگی-اجتماعی در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی مجموعه‌ای از ارزش‌ها، نگرش‌ها و تعاملاتی را شامل می‌شود که به تسهیل بهره‌گیری مؤثر از این فناوری در فرآیند یادگیری کمک می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که نقش خانواده‌ها در حمایت از یادگیری علوم، تقویت نگرش مثبت معلمان نسبت به فناوری‌های هوشمند، توجه به تعاملات اجتماعی در آموزش و فرهنگ‌سازی از بسترهای راهگشا در این زمینه هستند. یکی از مشارکت‌کنندگان در این زمینه گفت: "اگر خانواده‌ها از اول بدانند این فناوری به ضرر بچه‌شان نیست و می‌تواند کمک کند، همکاری‌شان بیشتر می‌شود." نتایج پژوهش در این بخش با پژوهش‌های هوملس و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد، زیرا آن‌ها نیز بر اهمیت پذیرش فناوری‌های جدید توسط معلمان و خانواده‌ها در فرآیند آموزش تأکید کرده‌اند. همچنین، پژوهش‌ها و همکاران (۲۰۲۴) نشان داده است که نگرش مثبت معلمان و توانایی آن‌ها در ایجاد تعاملات مؤثر میان یادگیری انسانی و هوش مصنوعی، تأثیر به سزایی در موفقیت آموزشی دارد که با یافته‌های این پژوهش همسو است. با این حال، فرهنگ‌دیان (۱۴۰۲) بیشتر بر چالش‌های پذیرش هوش مصنوعی تمرکز داشته و کمتر به نقش تعاملات اجتماعی در درس علوم تجربی پرداخته‌است. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که برای اجرای موفق این فناوری، لازم است راهکارهایی برای ارتقای فرهنگ دیجیتال و تعاملات اجتماعی در محیط‌های آموزشی به شکل توأمان در نظر گرفته شود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بهره‌گیری از هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه اول، نیازمند توجه به مجموعه‌ای از الزامات و بسترها است که در چهار محور اصلی شناسایی شد: الزامات مدیریتی-نظارتی، الزامات تخصصی-پداگوژیک، الزامات زیرساختی-فناورانه و بسترهای فرهنگی-اجتماعی. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن است که استفاده مؤثر از هوش مصنوعی، صرفاً به تأمین فناوری محدود نمی‌شود بلکه نیازمند ایجاد نگرش مثبت، آموزش مهارت‌های دیجیتال، بازطراحی محتوا، پشتیبانی و نظارت سیستماتیک و همکاری میان نهادی است. این پژوهش نشان داد که در صورت توجه به این عوامل، هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یک دستیار توانمند

جامع اتخاذ شود که هم مسائل فنی و هم ملاحظات مدیریتی را در برگیرد.

الزامات تخصصی-پداگوژیک در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی بر توسعه مهارت‌های تدریس نوین و تلفیق مؤثر فناوری هوش مصنوعی در یادگیری تأکید دارد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه سواد دیجیتال معلمان، ادغام روش‌های تدریس فعال با فناوری‌های هوش مصنوعی، بازطراحی محتوا بر مبنای ماهیت تجربی علوم و آموزش تفکر علمی و انتقادی به دانش‌آموزان، از الزامات کلیدی در این زمینه محسوب می‌شود. یکی از معلمان شرکت‌کننده گفت: "وقتی محتوای کتاب‌ها قدیمی است و فقط روش حفظ کردن دارد، استفاده از هوش مصنوعی فایده‌ای ندارد؛ باید محتوا عوض شود تا این ابزارها کاربرد پیدا کنند." این نتایج با پژوهش‌های هوملس و همکاران (۲۰۱۹) و کوپر (۲۰۲۳) همخوانی دارد، چرا که آن‌ها نیز بر ضرورت تجهیز معلمان به مهارت‌های دیجیتال برای آموزش مؤثر علوم تجربی تأکید کرده‌اند. علاوه بر این، پژوهش فرهنگ‌دیان (۱۴۰۲) نشان داد که طراحی مجدد محتوای درسی بر اساس قابلیت‌های هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرایند یادگیری کمک کند و از این حیث با نظرات مشارکت‌کنندگان در پژوهش حاضر همخوانی دارد.

الزامات زیرساختی-فناورانه در آموزش علوم تجربی به کمک هوش مصنوعی به عنوان مضمون فراگیر در پژوهش حاضر بر ایجاد بستری مناسب برای بهره‌گیری از این فناوری در محیط‌های آموزشی تأکید دارد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دسترسی به نرم‌افزارهای تخصصی مبتنی بر هوش مصنوعی، بهبود زیرساخت‌های سخت‌افزاری مدارس، طراحی دستیارهای هوشمند آموزشی و ایجاد شبکه‌های تعاملی ابری برای ذخیره و استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، از الزامات کلیدی در راستای دستیابی به این الزامات است. یکی از دبیران در این زمینه تصریح کرد: "در مدرسه ما اینترنت قطع باشد، همه برنامه‌ها می‌خوابد. وقتی ابزار هوشمند باشد ولی اینترنت نباشد، کارایی ندارد." این نتایج با پژوهش‌های پروانه و میرباقری (۱۴۰۲) از حیث توجه به ضرورت توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین و همچنین، پژوهش‌ها و همکاران (۲۰۲۰) که استفاده از شبکه‌های ابری و سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را در آموزش علوم تجربی مؤثر دانسته‌اند، همخوانی دارد. علاوه بر این، دی جانگ و همکاران (۲۰۲۱) بر نقش دستیارهای هوشمند در بهبود یادگیری علوم تجربی تأکید

بازطراحی محتوای درسی علوم تجربی با محوریت فعالیت‌های مسئله‌محور که با ابزارهای هوشمند قابل پشتیبانی باشند.

ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در مدارس و ایجاد یک پلتفرم ملی ابری برای ارائه محتوای تعاملی، آزمایشگاه‌های مجازی و دستیارهای هوشمند آموزشی ویژه درس علوم.

تدوین دستورالعمل‌های مدیریتی و نظارتی برای پایش و ارزیابی استفاده معلمان از فناوری‌های هوش مصنوعی.

فرهنگ‌سازی و آگاه‌سازی والدین و دانش‌آموزان در خصوص نقش و مزایای فناوری‌های هوشمند در یادگیری علوم.

ایجاد تیم‌های بین‌رشته‌ای (علوم تربیتی، فناوری و علوم تجربی) در آموزش و پرورش برای هدایت پروژه‌های مرتبط با هوش مصنوعی.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنند.

ملاحظات اخلاقی

در جریان اجرای این پژوهش و تهیه مقاله کلیه قوانین کشوری و اصول اخلاق حرفه‌ای مرتبط با پژوهش رعایت شده‌است.

حامی مالی

کلیه هزینه‌های پژوهش حاضر توسط نویسندگان مقاله تأمین شده‌است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هر گونه تعارض منافع بوده است. این مقاله قبلاً در هیچ نشریه‌ای اعم از داخلی یا خارجی چاپ نشده است.

References

- Aggarwal, C.C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning*. Springer.
- Amani, H.; Matlabi-Nejad, A.; Choupani, F.; Zare-Gachi, M. (2024). A systematic analytical review of the effects of ChatGPT

در یاددهی-یادگیری علوم تجربی ایفای نقش کند و کیفیت آموزش را ارتقا دهد.

در مجموع، می‌توان گفت که به‌کارگیری هوش مصنوعی در برنامه درسی علوم تجربی، فرصت‌های زیادی برای تحول در روش‌های تدریس و یادگیری ایجاد می‌کند. اما این تحول زمانی اثربخش خواهد بود که مدیران آموزشی، معلمان و خانواده‌ها به‌طور هماهنگ به توسعه مهارت‌ها و فرهنگ استفاده از فناوری‌های هوشمند توجه کنند. یافته‌های این مطالعه، با ارائه مدلی جامع، می‌تواند راهنمایی برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان آموزشی در مسیر پیاده‌سازی اثربخش این فناوری باشد.

محدود بودن جامعه پژوهش به دبیران علوم تجربی دوره متوسطه اول که تعمیم نتایج را محدود می‌کند. عدم امکان مشاهده مستقیم اجرای فناوری‌های هوش مصنوعی به‌دلیل نوپا بودن این حوزه در مدارس. اتکا به داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه که وابسته به تجربه و ادراک مشارکت‌کنندگان است.

پیشنهادهای پژوهشی

انجام مطالعات مشابه با استفاده از روش‌های ترکیبی (کیفی-کمی) برای اعتبارسنجی یافته‌های این پژوهش.

بررسی چالش‌ها و فرصت‌های استفاده از هوش مصنوعی در سایر دروس و مقاطع تحصیلی.

مطالعه تجربیات موفق جهانی در زمینه آموزش علوم با هوش مصنوعی و مقایسه تطبیقی با ایران.

پیشنهادهای کاربردی

برگزاری دوره‌های آموزشی و توانمندسازی معلمان علوم تجربی در حوزه استفاده از ابزارها و فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی.

application in education. *Technology and Knowledge Research in Education*, 4(2), 9–23. doi: 10.30473/t-edu.2024.70960.1136 [In Persian]

Bayat, Z. (2023). Functions of artificial intelligence in the field of education and electronic knowledge transfer. *Arman*

- Pardazesh Journal, 3(4), 6. magiran.com/p2594715 [In Persian]
- Chamani, N.; Abdoli-Nejad, F. (2021). The role of artificial intelligence in the education and learning system. *Third International Conference on Modern Studies in Humanities, Educational Sciences, Law and Social Studies*. [In Persian]
- Chen, L.; Chen, P.; Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Clark, D. (2020). *Artificial Intelligence for Learning: How to Use AI to Support Employee Development*. Kogan Page Publishers.
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444–452.
- Creswell, J.W.; Poth, C.N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- De Jong, T.; Sotiriou, S.; Gillet, D. (2021). Innovations in STEM education: The Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 8(1), 1–16.
- Eden, C.A.; Chisom, O.N.; Adeniyi, I.S. (2024). Integrating AI in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 006–013.
- Farhamandian, Z. (2023). Teaching experimental sciences and conducting experiments with the aid of artificial intelligence tools. *Third National Conference on Applied Studies in Educational Processes*, Minab. [In Persian]
- Holmes, W.; Bialik, M.; Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Huang, X.; Qiao, C. (2024). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, 33(2), 383–403.
- Khatib-Zanjani, N.; Karimi, M. (2024). Identifying dimensions, components, and indicators of artificial intelligence functions in higher education with a transdisciplinary approach. *Technology and Knowledge Research in Education*, (), -. doi: 10.30473/t-edu.2025.73448.1240 [In Persian]
- Mardani, E.A.B.; Ali-Akbar; Mohammad-Rezaei, A. (2018). Modeling and analysis of the relationship between cognitive features of elementary teachers and the use of information and communication technologies in teaching-learning processes. *Quarterly Journal of Curriculum Planning Research*, 15(58), 154–166. magiran.com/p1893320 [In Persian]
- Mehrparsa, S. (2020). Artificial intelligence and its application in education. *Studies in Management and Entrepreneurship*, 6(3), 21–35. [In Persian]
- Mirashrafi, A.H. (2023). Using artificial intelligence in education: Novel approaches in personalizing learning processes. *Journal of New Approaches in Islamic Studies*, 5(15), 79–96. magiran.com/p2696503 [In Persian]
- Mohammadi, M.; Naseri-Jahromi, R.; Ensieh-Asnaie, M.K.; Khaadami, S.; Shadi, S.; Nourani-Zadeh, H. (2023). A evaluative review of artificial intelligence application in general education. *Journal of Educational Technologies in Learning*, 6(22), 84–119. magiran.com/p2698437 [In Persian]
- Moradi, R.; Birnavandi, V. (2024). Effectiveness of technology-based active learning strategy on academic satisfaction

- and cognitive flexibility of students in experimental sciences. *Technology and Knowledge Research in Education*, 4(4), 41–58. doi: 10.30473/t-edu.2025.72617.1208 [In Persian]
- Nasajian, M. (2023). What is the future of artificial intelligence and its impact on human life? [Blog post]. Retrieved from Faradars website: <https://blog.faradars.org/> [In Persian]
- Park, J.; Teo, T.W.; Teo, A.; Chang, J.; Huang, J.S.; Koo, S. (2023). Integrating artificial intelligence into science lessons: Teachers' experiences and views. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 61–99.
- Park, W.; Kwon, H. (2024). Implementing artificial intelligence education for middle school technology education in Republic of Korea. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(1), 109–135.
- Parvane, M.; Mirbagheri, S.M. (2023). A comparative study of international and national standards in artificial intelligence. *Scientific Quarterly of Standard and Quality Management*, 13(1), 129–169. [In Persian]
- Qureshi, B. (2023). Exploring the use of ChatGPT as a tool for learning and assessment in undergraduate computer science curriculum: Opportunities and challenges. *arXiv preprint arXiv:2304.11214*.
- Rostami-Nejad, M.A.; Zarei-Zavarkhi, I.; Mazini, N. (2016). Designing web-based trainings. Tehran: Birjand University. [In Persian]
- Russel, S.; Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence – A Modern Approach*. Pearson Education.
- Russell, S.; Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Shehamati-Nejad, Z. (2023). Utilizing artificial intelligence system principles in student teaching-learning processes. *Journal of Contemporary Research in Science and Studies*, 5(52), 1–18. magiran.com/p2650855 [In Persian]
- Tajfar, A.; Panahi, M. (2025). Predicting innovative behavior of employees in technology companies based on artificial intelligence application. *Technology and Knowledge Research in Education*, 5(2), 9–21. [In Persian]